

CAPÍTULO XIV

MANGUES, CIDADES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: A IMPORTÂNCIA DOS ECOSISTEMAS COSTEIROS PARA AS CIDADES DE ITAJAÍ E JOINVILLE (SC) DIANTE DOS PROGNÓSTICOS DA ELEVÇÃO DO NÍVEL DO MAR

DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan14>

Samara Braun - FURB

Alessandra Hodecker-Dietrich - FURB

Juarês José Aumond - FURB

INTRODUÇÃO

Ao longo deste século, as mudanças climáticas provocarão alterações diversas nos componentes físicos e biológicos das paisagens. Dessa forma, torna-se urgente compreender a adaptabilidade dos ecossistemas, principalmente para os riscos relacionados ao agravamento das mudanças climáticas (IPCC, 2014; KIRWAN, et al., 2010).

No domínio marinho os ecossistemas, como mangues, são particularmente importantes para a vida do meio natural, detendo um papel de suporte para outras espécies que o utilizam em sua fase de reprodução, mas também como elemento de proteção e estabilidade da linha de costa (ODUM, 1988). Entretanto, a ocupação antrópica na zona costeira do Brasil tem causado impactos nos ecossistemas naturais, restando atualmente uma cobertura vegetal de aproximadamente 7% de sua área original.

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo aprofundar os estudos sobre os a relação entre ecossistemas e mudanças climáticas em áreas urbanas como subsídio às estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Essa pesquisa emerge da necessidade de compreender os impactos das mudanças climáticas, com enfoque sobre a elevação do nível do mar, sobre os ecossistemas costeiros nas cidades de Santa Catarina, tomando por base as cidades de Joinville e Itajaí.

Atualmente, a adaptação, integrada às demais estratégias de gestão, é reconhecida em nível internacional como um enfoque necessário, diante dos possíveis cenários futuros decorrentes das mudanças climáticas em curso. Dentre as abordagens de adaptação cabe destaque ao conceito de *Adaptação baseada nos Ecossistemas* (sigla AbE), que se popularizou a partir da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015).

A partir da revisão bibliográfica e mapeamento de áreas suscetíveis a elevação do nível do mar decorrente das mudanças climáticas, foram estabelecidos recortes para realização de transectos geoambientais com equipe multidisciplinar.

Dessas observações sistemáticas e interdisciplinares, pautados sobre o conceito de AbE, verificou-se a relevância da preservação e conservação das áreas de mangues para a mitigação, bem como adaptação às mudanças climáticas. Para tanto, é necessário planejar estratégias integradas que priorizem a resiliência e a permanência, além de qualidade de vida nos mais diversos aspectos.

As estratégias adotadas no presente serão cruciais a longo prazo. A quantidade de pessoas e de infraestruturas atingidas dependerá dos padrões de desenvolvimento e crescimento efetivados nas cidades. Assim, as medidas de AbE adotadas são relevantes para o futuro, sobretudo, já no presente devem ser um diferencial para a qualidade de vida local e na diminuição da vulnerabilidade socioambiental.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTES URBANOS COSTEIROS

O Planeta Terra está em constante transformação e cada período é caracterizado por uma combinação única de fatores e elementos que compõe esse sistema dinâmico da superfície, da atmosfera, do oceano, dos organismos e dos ecossistemas (TAVARES, 2004). Característica inerente dessas transformações globais são as pulsações climáticas e o balanço energético do planeta

(GELBSPAN, 1999; LABOURIAU, 1998). Essa dinâmica configura um complexo sistema interdependente, que por si, busca o equilíbrio ecológico do planeta.

Entretanto, a emissão em grande escala dos Gases de Efeito Estufa (GEE), com origem nas atividades antrópicas, tem influenciado este equilíbrio energético e acelerado o Efeito Estufa, ocasionado nestes últimos séculos o aumento acelerado da temperatura média global (IPCC, 2014; LABOURIAU, 1998; TAVARES, 2004). A interferência antrópica no sistema climático ocasiona diversas transformações, não somente no clima, mas em inúmeros outros fenômenos e nos sistemas naturais e socioeconômicos - os quais o clima mantém interação - configurando um ciclo de retroalimentação positiva, que repercute nos elementos componentes do sistema climático e nos demais sistemas do universo interativo.

Estas interferências antrópicas são de tal grandeza, que pesquisadores falam agora de uma nova era geológica, o “Antropoceno” (HODSON, MARVIN, 2014). As alterações no clima global e os impactos resultantes sobre o meio ambiente vem incidindo ao longo das gerações, devido a questões ambientais não resolvidas desde a revolução industrial e da urbanização. Entretanto, além das transformações já observadas, e das transformações em curso, a emissão contínua de GEE causará ainda mais aquecimento e mudanças em todos os componentes do sistema climático, ampliando consideravelmente a probabilidade de novos e graves impactos difusos e irreversíveis.

Estas mudanças ocasionam transformações em diversos outros fenômenos e sistemas naturais e socioeconômicos, que estarão sujeitos, em maior ou menor grau conforme sua vulnerabilidade, magnitude e a rapidez dos acontecimentos (TAVARES, 2004). Diante deste cenário, fica evidente a exposição e vulnerabilidade de alguns ecossistemas e dos sistemas humanos à variabilidade climática. Especificamente em áreas urbanas, as mudanças climáticas interferirão sobre a qualidade de vida através dos riscos de estresse ocasionado pelo calor, tempestades e precipitações extremas, inundações costeiras, deslizamentos de terra, poluição do ar, escassez de água e elevação do nível do oceano, tornando ainda mais vulneráveis as localidades desprovidas de infraestrutura básica e serviços e as áreas de exposição direta aos impactos (IPCC, 2014).

No intuito de elucidar os possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas para as próximas décadas, o IPCC apresenta quatro distintos cenários - com uma sinopse estimativa de impactos futuros. Esses cenários variam desde o cumprimento rigoroso de medidas de mitigação (denominado cenário RCP 2.6) até o cenário possível, caso os modelos vigentes de crescimento econômico e populacional se mantenham (cenário RCP 8.5). A tabela a seguir (Tabela 1) apresenta uma síntese desses quatro cenários, contendo os principais impactos globais para o período entre 2081- 2100 em relação ao período de 1986-2005 (IPCC, 2014).

Tabela 1 - Síntese dos Cenários Futuros das Mudanças Climáticas

CENÁRIOS FUTUROS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS				
IMPACTOS	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
AUMENTO MÉDIO DA TEMPERATURA	0,3 °C a 1,7 °C	1,1 °C a 2,6 °C	1,4 °C a 3,1 °C	2,6 °C a 4,8 °C
ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS	aumento de 15 a 17% da acidez	aumento de 38 a 41% da acidez	aumento de 58 a 62% da acidez	aumento de 100 a 109% da acidez
DERRETIMENTO DAS GELEIRAS	15 a 55%			35 a 85%
AUMENTO MÉDIO DO NÍVEL DO MAR	0,26m e 0,55 m			0,45m e 0,82 m.

Fonte: Elaborado a partir dos dados do IPCC (2014).

Especificamente quanto à elevação do nível do oceano, as projeções do IPCC (2014) para o século XXI mostram que o fenômeno será ainda mais acelerado do que o ocorrido no último século⁷, continuando a subir mesmo que as emissões de GEE sejam reduzidas (LABOURIAU, 1998).

A elevação média global do nível do oceano acarretará diversos impactos ao longo das costas – como o avanço da lâmina d’água sobre o continente e o recuo das linhas de orla em regiões de baixadas de lagoas costeiras e baías. Entre os impactos negativos, prevê-se o confinamento da biota, que não encontrará espaço para migração devido a supressão de ecossistemas costeiros. Nas áreas urbanas, poderá ocorrer invasão dos aquíferos de água doce por água salgada; interferências na macrodrenagem de águas interiores, provocando; e interferência nas redes de abastecimento de água e de saneamento básico (GESCH, 2009; KOPP, et al., 2014).

A partir destes cenários, para limitar as alterações climáticas exigiria reduções substanciais nas emissões de GEE que, juntamente com outras medidas de adaptação, poderão limitar os riscos decorrentes (IPCC, 2014). Nesse contexto, a adaptação é uma resposta alternativa para a redução dos impactos sobre os sistemas biofísicos, socioeconômicos e institucionais (SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015). Para tanto, se faz urgente repensar o modelo de desenvolvimento praticado na atualidade, inclusive, repensando o modelo como utilizamos o espaço e interagimos com os ecossistemas, visto que certos impactos serão irreversíveis e terão influência direta sobre o espaço urbano.

As cidades são causadoras do maior impacto ambiental, ocupando cerca de 2% do território do globo, mas gerando 75% do total de emissões de GEE (VAGGIONE, 2014). As cidades estão entre as áreas mais suscetíveis aos impactos decorrentes das mudanças climáticas. Entre os impactos destaca-se a elevação da temperatura devido ao agravamento das ilhas de calor, a escassez de água e energia e as inundações que provocarão desastres socioambientais. As cidades em zonas costeiras estarão suscetíveis à elevação do nível do oceano e às ressacas que poderão levar a destruição de equipamentos urbanos.

⁷ Pelas medições maregráficas durante o período de 1901 a 2010 constatou-se a elevação média global do nível do oceano de 0,19 m (IPCC, 2014).

No Brasil, cerca de 19% da população do país ocupa as zonas costeiras (o que corresponde menos de 1% do território nacional). Dessas áreas, diversas cidades ocupam espaços de planícies costeiras, com pouca variação altimétrica em relação ao nível do mar. Outro agravante se dá pela ocupação sobre os ecossistemas costeiros, como mangues, gerando pressões antrópicas e interferindo na saúde e conservação destes, e consequentemente expondo comunidades a fenômenos como erosão, ressacas e tempestades.

A variabilidade de cenários futuros, previstos para o clima, exigem constante supervisão e aprendizagem para tornar mais eficaz as medidas de adaptação⁸ e mitigação (IPCC, 2014). Essas medidas demandam uma nova forma de desenvolvimento, que implica em planejamento e tomada de decisões em um contexto de incertezas num ambiente dinâmico.

No contexto urbano, a adaptação consiste na adoção de medidas de ajuste dos sistemas socioeconômicos e preservação dos sistemas naturais que aumentem a capacidade de resiliência, e em estratégias de que objetivem reduzir a vulnerabilidade socioambiental às mudanças climáticas (IPCC, 2014; VAGGIONE, 2014), fundamentadas numa perspectiva de sustentabilidade e de que cada ambiente demanda soluções singulares.

ADAPTAÇÃO BASEADA NOS ECOSISTEMAS

De forma geral, ecossistemas costeiros e marinhos são considerados especialmente vulneráveis às mudanças climáticas, devido a sua fragilidade e incapacidade de adaptação em casos de transgressão marinha. Em casos de ecossistemas afetados pelas transformações advindas das mudanças climáticas, as migrações de fauna e de flora serão dificultosas à medida que áreas contíguas estejam ocupadas ou contenham barreiras físicas, e no caso dos mangues, tal situação, além da supressão do ecossistema, ocasionará entre outros impactos o aumento de danos provocados por inundações costeiras (MMA, 2010; TAVARES, 2004).

Nessa perspectiva, surgem correntes como a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), que partem do princípio de adaptação a partir da inclusão dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas (ICLEI, FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2015; OLIVIER, et al., 2012), como por exemplo, as cidades de Jacarta (Indonésia), província de Soc Trang (Vietnã)⁹ e Mumbai (Índia)¹⁰, onde a preservação e recuperação de ecossistemas tem sido uma das principais estratégias de proteção das zonas costeiras à erosão e inundação. No Brasil, sendo um conceito novo, as experiências em AbE ainda são pontuais e incipientes¹¹.

A AbE objetiva a restauração, conservação e gestão de ecossistemas e de serviços ambientais para a redução da vulnerabilidade socioambiental aos impactos oriundos das mudanças climáticas, complementando e até mesmo substituindo obras civis. É um conceito de abrangência *multisetorial* e *multiescalar*, pois pressupõe a gestão integrada do território, envolvendo diferentes setores da sociedade, para encontrar e implementar respostas frente às diferentes pressões existentes sobre os serviços ecossistêmicos e os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os

⁸ A capacidade de adaptação diz respeito à habilidade do sistema para se ajustar às mudanças climáticas, tirando vantagens de eventuais situações benéficas ou enfrentando as consequências para moderar os danos” (TAVARES, 2004, p. 70-71).

⁹ O projeto realizado no Vietnã conta com parceria internacional e visa proteger e utilizar as zonas úmidas costeiras em benefício da população local através da reabilitação e gestão destas áreas, com ênfase na resiliência às mudanças climáticas. Os resultados deste projeto foram relatados por SCHMITT, et al., (2013).

¹⁰ Outras cidades possuem projetos de gestão mais antigos e que se assemelham aos princípios da AbE, como é o caso da Colômbia, que desde 1995 atua para preservar as funções ecológicas e socioeconômicas dos mangues no país – porém, sem levar em conta os impactos das mudanças climáticas (SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015).

¹¹ Um levantamento das estratégias de AbE no Brasil e no mundo foram listadas pelo ICLEI e Fundação Grupo Boticário (2015).

espaços urbanos e naturais (ICLEI, FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2015; SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015).

Entretanto, para compreender e implementar estratégias de AbE, é necessário compreender a relevância dos serviços ambientais. Entre os serviços ambientais prestados pelos ecossistemas, cabe destacar: conservação e manutenção ecológica para sobrevivência das espécies, a segurança alimentar e gestão da água e o sequestro de carbono. Diante das mudanças climáticas, uma visão integrada do território e dos serviços ambientais dos ecossistemas poderão contribuir para a redução da vulnerabilidade através do suporte e da regulação (BRASIL, 2016).

A AbE é um conceito flexível, de menor custo econômico e com benefícios adicionais, que pode ser combinada com outras estratégias (*infraestrutura verde* associada a *infraestrutura cinza*), priorizando aspectos como custo-benefício, custo-efetividade e co-benefícios (ICLEI, FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2015). Para a gestão pública, é importante sensibilizar a relevância da AbE em ações, planos, estratégias setoriais e integradas, principalmente, para os que usufruem de tais serviços para a promoção do desenvolvimento sustentável e resiliência. Nessa pesquisa, damos enfoque aos ecossistemas de mangues, presentes nas cidades abordadas. É apresentado na sequência uma síntese das principais funções e serviços ecológicos prestados por este ecossistema e possíveis impactos advindos das mudanças climáticas.

MANGUES

Os mangues são ecossistemas característicos por ocuparem espaços entre a terra e o mar, em áreas de baixa latitude, sendo a fauna e flora robustas e adaptáveis à exposição de mudanças diárias de maré, ambientes de água salgada e variação de anoxia (KIRWAN, et al., 2010; SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016).

Dentre a ampla gama de serviços ecológicos prestados pelos mangues, está o amortecimento de impactos das ondas e proteção da costa; redução da erosão e estabilização do solo; purificação da água através da absorção de impurezas e metais pesados e absorção de poluentes no ar; nidificação de peixes, répteis, aves e; meios de subsistência para comunidades tradicionais (ALONGI, 2007; SCHMITT, et al., 2013).

No Brasil, a ocorrência de mangues se dá, de forma descontínua, do estado do Amapá, acompanhando a costa litorânea até Santa Catarina, estando localizados em áreas estuárias, lagoares, baías e enseadas, abrangendo cerca de 1.225.444 hectares, o que corresponde a 9% dos manguezais do mundo - a maior faixa protegida de manguezais do planeta (FALKENBERG, 1999; MMA, 2010). Entretanto, muitas destas áreas de manguezais encontram-se expostas às pressões antrópicas, como a expansão urbana e a maricultura, além da exposição aos impactos advindos das mudanças climáticas (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016).

Atualmente, a União garante a proteção dos ecossistemas costeiros através da Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal), na qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Áreas de Preservação Permanente). O dever de conservação dos territórios costeiros é assegurado também pela Lei nº 7.661/1988, no qual institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) e dá outras providências. O art. 3º, o PNGC prevê o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dá prioridade à conservação e proteção, dos recursos naturais, renováveis e não renováveis, como restingas, manguezais, entre outros. (BRASIL, 1998).

Em Santa Catarina, de acordo com Klein (1978) a extensão original da região fitoecológica de Restingas e Manguezais, eram de 1.999,05 km², ocupando aproximadamente 2,10% da superfície do Estado. Em estudo recente, Korte et al., (2013) descrevem as restingas e mangues,

como ecossistemas ricos em espécies, dos quais desenvolvem importantes serviços ambientais de considerável importância ecológica.

Cada região tem diferentes fatores de influência na capacidade de resiliência¹² e persistência¹³ dos mangues às mudanças climáticas e a recuperação dessas perturbações varia na escala temporal e também de acordo com a escala do distúrbio (ALONGI, 2007; KIRWAN, et al., 2010; IPCC, 2014). As pesquisas realizadas por Kirwan et al., (2010), Gilman et al., (2008) e Alongi (2007) indicam como as mudanças climáticas poderão impactar os mangues:

- 20 a 60% das zonas úmidas costeiras do mundo irão submergir devido à elevação do nível do mar, aumentando a vulnerabilidade de comunidades, expondo o litoral a inundações, tempestades e a erosão¹⁴.
- Redução da qualidade das águas costeiras, redução da biodiversidade, e liberação de grandes quantidades de carbono armazenado.
- O aumento da intensidade e da frequência das tempestades implica em estresse e mortalidade de flora, a elevação de sedimentos através da erosão e sedimentação do solo, a compactação do solo, entre outros impactos.
- O aumento da salinidade provocará maior disponibilidade de sulfato na água do mar, o que aumentaria a decomposição anaeróbia de turfa, aumentando a vulnerabilidade do mangue.
- Respostas antropogênicas às mudanças climáticas podem agravar os efeitos adversos sobre estes ecossistemas.

Porém, as respostas de manguezais às mudanças climáticas dependem, essencialmente, da interação entre processos locais (SOARES, et al., 2008) e pressões não-climáticas, que também interferem na resiliência. Assim, essas mesmas áreas, se restauradas e conservadas, a partir de uma gestão integrada de AbE, apresentam potencial inerente no auxílio à adaptação e resiliência local frente às mudanças climáticas e seus impactos adversos. Desse modo, apresentam potencial a serem gerenciados para a proteção das comunidades que dependem desses sistemas ecológicos, bem como a prestação sustentada de serviços ambientais às comunidades (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016).

CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA

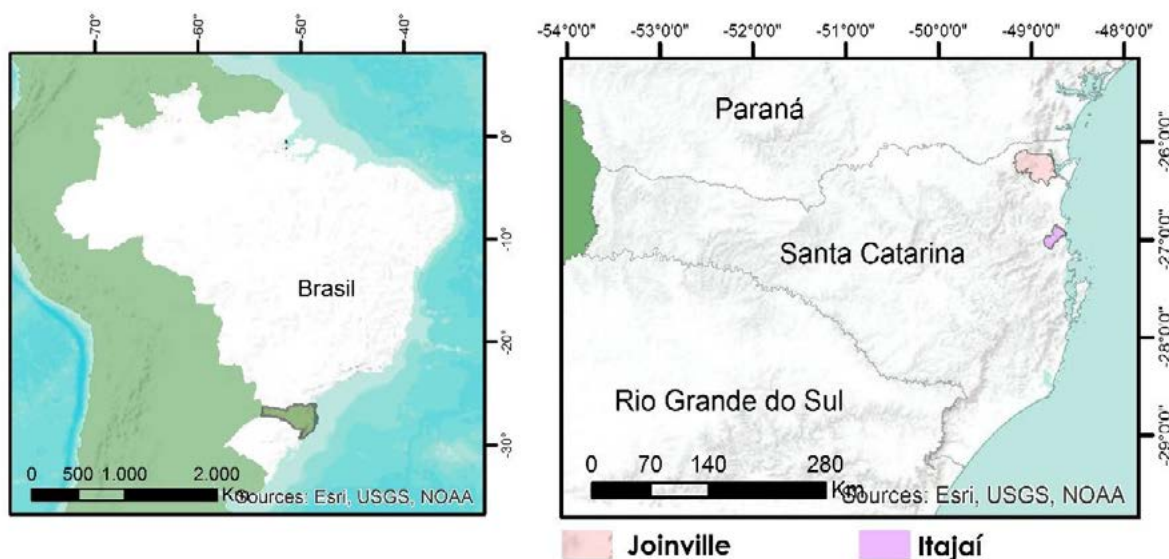
Essa pesquisa é parte dos estudos realizados pelos Programas de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Engenharia Ambiental da FURB, que consiste num estudo sistemático, interdisciplinar e transdisciplinar para a identificação de vulnerabilidades socioambientais decorrentes do impacto da elevação do nível do mar, resultantes das mudanças climáticas, em cidades litorâneas de Joinville e Itajaí, Estado de Santa Catarina (imagem 1).

¹² Resiliência é a capacidade de se recuperar de uma perturbação para algum estado mais ou menos persistente (ALONGI, 2007); resiliência [ecológica] é a quantidade de mudança que um sistema pode sofrer, mantendo sua estrutura e funções (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016); ou ainda, a capacidade de um mangue migrar naturalmente devido à elevação do nível do mar, de tal modo que o ecossistema absorva e reorganize-se de forma a manter as suas funções, processos e estrutura (GILMAN, et al., 2008).

¹³ Persistência refere-se a constância ao longo do tempo, independentemente da perturbação ambiental (ALONGI, 2007).

¹⁴ Sierra- Correa e Kintz (2015) apresentam estimativas de que se o ritmo atual de perda contínua de ecossistemas persistir, em 100 anos, 30-40% das zonas húmidas costeiras e 100% das florestas de mangues poderão ser perdidos.

Imagem 1 - Localização das Cidades de Itajaí e Joinville



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Tais estudos emergem da necessidade de trazer ao público a urgência de aprofundar as pesquisas sobre os possíveis impactos locais e da necessidade de se pensar em estratégias desenvolvimento sustentável e ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para a redução da vulnerabilidade socioambiental. A metodologia desse trabalho, consiste em revisão bibliográfica, mapeamento de áreas atingidas pela elevação do nível do mar nas diferentes localidades e, posteriormente, na realização de transectos geoambientais.

Os transectos geoambientais são caminhadas com equipe multidisciplinar, realizados em recortes selecionados das áreas de estudo para coleta de informações mediante observações sistemáticas dos elementos que compõem a paisagem (SEIXAS, 2005). Os aspectos mais relevantes da paisagem, nesse caso, incluem situações problemáticas constatadas em campo, morfologia, tipo de uso e ocupação do solo e tipo de ecossistemas locais. Esses aspectos são registrados e posteriormente discutidos de forma inter e transdisciplinar, para se atingir os objetivos da pesquisa. Tal método, permite levantar informações que possam contribuir para a identificação e caracterização das áreas vulneráveis a elevação do nível do mar e também, para averiguar em campo os dados gerados pelos mapeamentos de impacto da elevação do nível do mar.

Os transectos foram realizados ao longo do ano de 2016, com equipes multidisciplinares, com profissionais da área de Arquitetura e Urbanismo, Geologia, Geografia e Biologia. Realizados a partir da cartografia de cenários de elevação do nível do mar, onde foram estabelecidos os trajetos e pontos de parada nas áreas consideradas mais críticas – como, por exemplo, em áreas onde os ecossistemas estavam limitados pela expansão urbana. Os resultados dos mapeamentos e transectos estão relatados a seguir.

RESULTADOS

Para essa pesquisa, os recortes concentram-se em áreas urbanas centrais das cidades, principalmente, em áreas limítrofes às áreas de mangues. No caso de Itajaí, a área de estudo localiza-se na foz do Rio Itajaí-Açú, e em Joinville na região de entorno da Lagoa Saguauçu.

ITAJAÍ

O município de Itajaí está localizado na região Cento Norte do litoral catarinense. A foz do Rio Itajaí, abarca um dos maiores complexos portuários do país. O bairro Fazenda faz parte do complexo portuário e situa-se próximo ao Centro, na margem direita do rio, onde se localiza parte da área urbana do município e a região conhecida como Saco da Fazenda (Imagem 2).

O Saco da Fazenda surge de intervenções de obras de engenharia que ampliaram artificialmente a sua área. Conhecida como uma região tradicional, que se desenvolveu rapidamente, atualmente abrange a rota gastronômica, o Centro Eventos, a Associação Náutica e a Área de Proteção Ambiental do Saco da Fazenda¹⁵.

Imagem 2 - Mapeamento de Aumento do Nível do Mar no Bairro Saco da Fazenda em Itajaí.



Fonte: Dos autores, (2016).

Além da ocupação urbana ter se estabelecido, em áreas que por lei são Áreas de Preservação Permanente¹⁶, sofreu ao longo dos anos alterações antrópicas nos meandros do estuário que ali existia, limitando seus espaços (SCHETTINI, 2009). Tognella et al., (2009) destaca que o Saco da Fazenda é um ambiente importante, tanto sob o ponto de vista ecológico quanto econômico, pois inúmeros pescadores dependem dessa área para ancoragem de suas embarcações.

Embora se trata de uma área pequena (imagem 3a) é um ecossistema de mangue e de estuário, um ambiente naturalmente complexo com alta biodiversidade, onde se encontram espécies nativas em ambiente razoavelmente preservado. Nesse ambiente, encontra-se a foz do ribeirão Schneider (IZA, MARENZI, 2009).

¹⁵ Prefeitura Municipal de Itajaí. Decreto 8.513 de 04 de março de 2008. Unidade de Conservação de Uso Sustentável de aproximadamente 650.000 m2.

¹⁶ De acordo com a Lei 12.651/12, art. 4º, que estabelece o mínimo de Área de Preservação Permanente de 100 (cem) metros, em cursos d'água que tenham mais de 50 (cinquenta) metros de largura, como o Rio Itajaí.

Itajaí (2012) estabelece como um dos objetivos da macrozona, recuperar as áreas ambientalmente degradadas e promover a regularização urbanística e fundiária dos assentamentos existentes para contribuir com o desenvolvimento econômico sustentável. É importante destacar, que elementos de lazer, tais como: parques, quadras de esportes, ciclovias e faixas para pedestres, são necessários para a qualidade de vida da população (imagem 3b).

O limite entre o ecossistema natural (mangue) e a urbanização da área é delimitado por uma estrutura de muro com pedras, como forma de contenção. Conforme pode ser observado, na imagem 3c, a dinâmica do sistema natural já está interferindo na estrutura de contenção, iniciando pequenas erosões ao longo do limite entre as áreas.

Imagem 3 - (A) Área de Mangue no Bairro Saco da Fazenda em Itajaí, (B) Presença de Elementos de Lazer, como Parques, Quadras de Esportes, Ciclovias e Faixas para Pedestres (C) Pequenas Erosões ao Longo do Limite Entre As Áreas



Fonte: Dos autores (2016).

Embora a área seja relativamente pequena, constatou-se a presença de espécies nativas do ecossistema mangue, e aparenta ser uma área natural conservada (imagem 3a). Iza e Marenzi (2009) descrevem para essa área as espécies de *Spartina* sp. e *Brachiaria* sp, associado a manguezal alterado com presença de *Laguncularia* sp. e *Hibiscus tiliaceus*.

Segundo levantamento da avifauna, realizada por Zimmermann e Branco (2009) nessa área, as aves com maior abundância são espécies com forte ligação a ambientes degradados. Os autores atribuem a baixa diversidade de espécies ao elevado grau de deterioração ambiental do Saco da Fazenda. As espécies mais abundantes neste ecossistema são *Coragyps atratus* (Urubucum), *Passer domesticus* (Pardal) e *Estrilda astrild* (Bico-de-lacre).

A presença de fragmentos vegetais e a ocorrência de aves no local, embora não sejam espécies chaves da conservação ecológica, são destacadas por diversos autores (IZA, MARENZI 2009; SCHETTINI, 2009; BAIL, et al., 2009; ZIMMERMANN, BRANCO 2009; TOGNELLA, et al., 2009) devido a sua relevância para manutenção da biodiversidade, bem como contribuem na qualidade dos serviços ecossistêmicos nesta área. Em consequência de sua localização estar dentro da área urbana, apresenta-se sob pressão urbana e especulação imobiliária. Com o cenário estimado para 2030 estes ecossistemas (mangue e estuário), que já sofrem pressão urbana, se tornarão altamente vulneráveis.

JOINVILLE

A cidade de Joinville, localizada no Norte Catarinense, é atualmente a cidade mais populosa e industrializada do estado e está localizada na planície costeira, às margens do estuário Baía

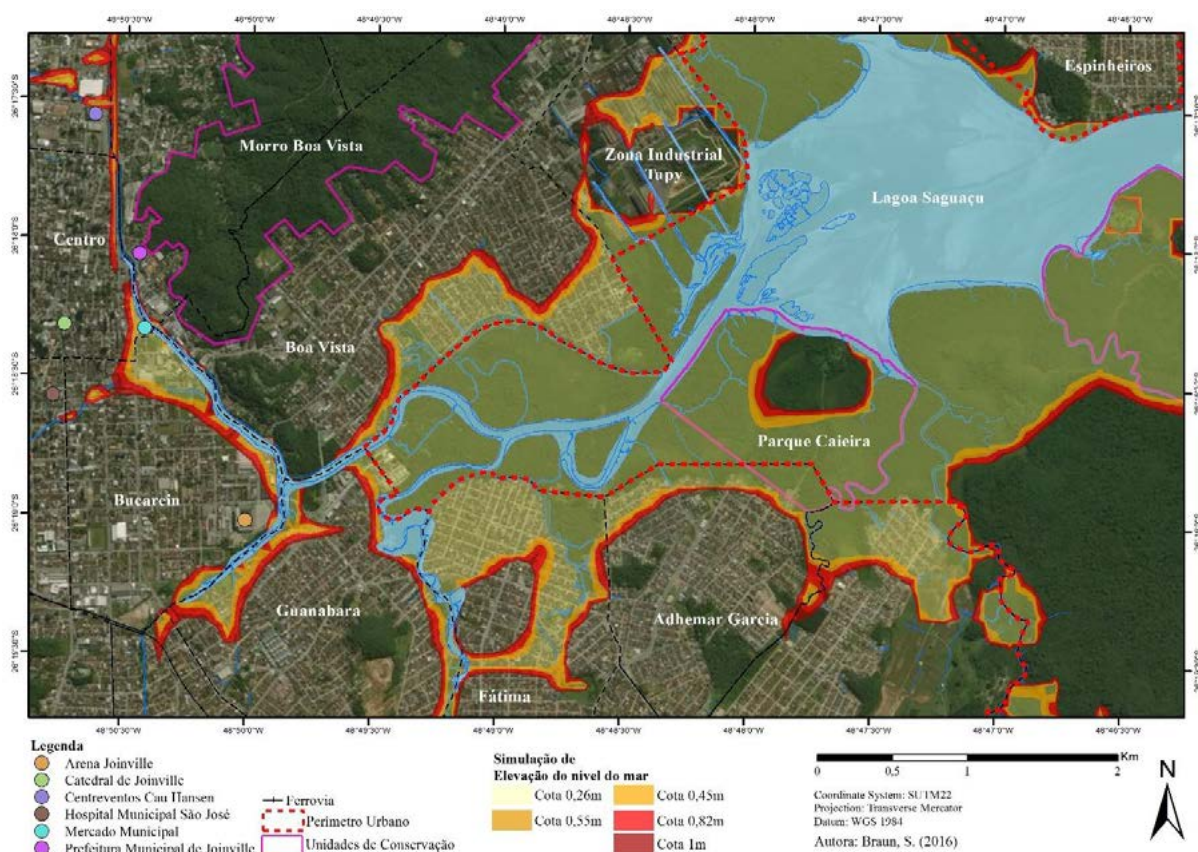
da Babitonga. A região concentra 43km² de áreas de mangues (SOUZA, 1991), o que equivale a cerca de 37% das áreas de manguezais do estado catarinense¹⁷.

Historicamente, o crescimento e a expansão urbana causaram a poluição e supressão de parte dos manguezais, principalmente a partir da década de 1970. Esse processo ocorreu de forma desordenada sob a pressão da especulação imobiliária e do crescimento industrial, devido à localização privilegiada de proximidade do centro urbano e da baía (CAVION, 2014; SOUZA, 1991). A ocupação urbana e a ação antrópica sobre as áreas de mangues impactaram o ecossistema e provocaram a degradação ambiental, afetando também a qualidade de vida da população e do meio.

As áreas remanescentes são protegidas, fisicamente por canais que as separam das áreas ocupadas, e legalmente, através de legislação de preservação (CAVION, 2014), pelas unidades de conservação e pelo zoneamento urbano específico. Essas áreas de preservação exercem uma importante função de prestação de serviços ecológicos para o estuário e para a cidade, principalmente durante as inundações periódicas de amplitude de marés.

Com o advento das mudanças climáticas, os manguezais da região de Joinville deparam-se com uma situação crítica em relação aos cenários futuros previstos. As áreas sujeitas ao impacto da elevação do nível do mar no município extrapolam o perímetro rural e dos ecossistemas de mangues, e pelas projeções poderão atingir a área central de Joinville (imagem 04).

Imagem 4 - Mapeamento das Áreas Inundadas pela Elevação do Nível do Mar na Região Central de Joinville



Fonte: Dos autores, (2016).

A adaptação dos mangues dependerá, entre outros fatores, das condições morfológicas do terreno e dos processos locais de erosão e deposição de sedimentos para que ocorra a

¹⁷ Em Santa Catarina, os mangues ocupam uma extensão de cerca de 11.576 hectares.

sua migração (GILMAN, et al., 2008; SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016). Porém, tal condição está restrita à existência de barreiras físicas. Em Joinville, os ecossistemas de mangues, ao longo da Baía da Babitonga perpassam as áreas rurais, áreas de preservação (Imagem 5a) e áreas urbanas. Nessa última, o mangue encontra-se em parte limitado pela infraestrutura urbana, impossibilitando a migração da flora e fauna (imagem 5b).

Imagem 5 - Manguezais Na Cidade De Joinville



Fonte: Arquivo dos autores (2016).

A redução e perda das áreas de mangues aumenta a vulnerabilidade socioambiental, expondo a cidade a inundações mais intensas, erosões e consequente diminuição da relevância ecológica e socioambiental da Baía da Babitonga para a cidade de Joinville. A conservação dos mangues trará benefícios que se estendem à cidade, pela sua capacidade de sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, como meio de subsistência das comunidades tradicionais e pela proteção da costa contra o impacto das ondas e consequente erosão e diminuição da vulnerabilidade. Além de benefícios paisagísticos, de lazer, drenagem e qualidade da água e microclima.

INTEGRAÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO

Apesar de todos os ecossistemas passarem por mudanças, como uma maneira de se adaptarem às perturbações que interferem no equilíbrio ecológico, as mudanças climáticas provocarão alterações diversas na paisagem, e cada região tem diferentes fatores de influência na capacidade de resiliência e persistência, variando de acordo com a escala temporal e com a escala do distúrbio (ALONGI, 2007; KIRWAN, et al., 2010; IPCC, 2014).

Nos casos apresentados nesse estudo, os mangues estão suscetíveis à supressão, tanto pela expansão urbana como pelos impactos da elevação do nível do mar, decorrente das mudanças climáticas. A perda dessas áreas de ecossistema nas cidades de Itajaí e Joinville provocará a redução da qualidade das águas costeiras, afetando *habitats* e causando a redução da biodiversidade, impactando inclusive as comunidades humanas que dependem dos serviços ecológicos prestados pelos manguezais.

A supressão dessas áreas de manguezais implica, também, em interferência no sequestro e liberação de grandes quantidades de carbono armazenado por este ecossistema. Isso porque, grande parte do carbono ativo no planeta está armazenado em zonas úmidas, e os manguezais são responsáveis por cerca de 1% do sequestro de carbono das florestas do mundo e como *habitats* costeiros são responsáveis por 14% do sequestro de carbono do oceano (ALONGI, 2012).

Conhecido como “carbono azul” - que é o carbono sequestrado e armazenado pelos ecossistemas costeiros - o processo de sequestro é auto organizado e sustentável, mantendo o armazenamento a longo prazo. A degradação e perda dessas áreas de ecossistemas costeiros, especialmente de mangues, podem liberar grandes quantidades de carbono armazenado a milhares de anos (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016).

Para Schaeffer-Novelli, et al., (2016), a gestão dessas áreas apresenta potencial para compensação de emissões de gases de efeito estufa em nível industrial e nacional. Para Alongi (2012), a proteção dessas áreas de sequestro e armazenamento de carbono azul apresenta vantagens para além da compensação; reforçando a importância de outros serviços ecológicos, sendo um benefício tanto de mitigação, quanto adaptação e conservação frente às mudanças climáticas. Diante dos cenários estimados das mudanças climáticas e das ações antrópicas, a avaliação de vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros é fundamental para subsidiar o planejamento local e regional para as ações de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, de forma a minimizar certos impactos e perturbações sobre os ecossistemas (GILMAN, et al., 2008).

As estratégias de mitigação e adaptação de forma integrada, muitas vezes, requerem lidar com objetivos conflitantes de diferentes setores e atores (GILMAN, et al., 2008), porém, a partir da noção de Adaptação Baseada nos Ecossistemas, emerge a possibilidade de repensar ações com múltiplos benefícios.

Ao se analisar de forma sistêmica os ecossistemas e seus serviços ambientais, é possível compreender as complexas dinâmicas de interações entre os diferentes subsistemas (ambientais, sociais, econômicos, entre outros) que compõem o meio, bem como, as consequências quando ocorrem perturbações. Assim, compreender tal dinâmica permite planejar estratégias que priorizem a resiliência e a permanência desses ecossistemas, além de garantir a qualidade de vida nos mais diversos aspectos.

A restauração e conservação dessas áreas de mangues para as cidades litorâneas catarinenses é de suma relevância, pois os ecossistemas podem contribuir ativamente para minimização das alterações climáticas, através do sequestro e fixação de carbono, e também por exercerem a função de barreiras naturais diante da elevação do nível do mar, proteção em eventos extremos de enchentes, ressacas e tempestades. Exercem, também, outros serviços ambientais, paisagísticos e de lazer, que contribuem com a capacidade adaptativa do sistema costeiro, uma parte importante das medidas de adaptações às alterações climáticas.

Por fim, assegurar a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas através da AbE necessitará de uma abordagem de gestão integrada, em estreita coordenação e cooperação, de forma a evitar que aspectos subestimados enfraqueçam a gestão ou que desconsiderem a capacidade de carga desses ecossistemas (SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015). Tanto em Itajaí como em Joinville, apesar de essas áreas de mangues serem essenciais à adaptação, é necessário considerar as pressões antrópicas exercidas sobre estes, que os colocam em situação de fragilidade frente aos cenários futuros.

Recomenda-se o aprofundamento das pesquisas sobre o papel desses ecossistemas nessas cidades, tanto em seus serviços ecológicos atuais, quanto no potencial de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Nesse sentido, é relevante também o envolvimento comunitário, visto o conhecimento tradicional sobre estas áreas; e o envolvimento de gestores públicos, para a integração da AbE em políticas públicas, de forma transversal e multisetorial (SIERRA-CORREA, KINTZ, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do advento das mudanças climáticas, da necessidade de tornar as cidades resilientes, de garantir a qualidade de vida e saúde do ambiente urbano e natural para o desenvolvimento sustentável, o planejamento e as ações sobre o espaço precisam ser compatíveis e dialogadas, rompendo com atual sistema perverso de processos e ações que tem gerado círculos de retroalimentação positiva viciosos nas cidades, e pôr em prática a transição para um sistema integrado.

Repensar o desenvolvimento urbano das cidades litorâneas, diante do advento das mudanças climáticas, compreenderá a integração de planos, projetos e gestão, dos mais diversos setores e nas mais diversas escalas, que compreendam tanto a mitigação quanto a adaptação. Tais estratégias, precisam considerar os ecossistemas locais e sua relevância, para fins de planejamento e construção de uma cidade sustentável, resiliente e saudável, tanto para população local, quanto para cidades de entorno e inclusive para o meio ambiente, indo ao encontro da noção de “adaptação” baseada em “ecossistemas”.

Nos casos contemplados nessa pesquisa, das cidades de Itajaí e Joinville, os ecossistemas de mangue passaram por um processo histórico de supressão devido à expansão urbana, restando poucas áreas, que atualmente já exercem um papel fundamental. Entretanto, com os cenários de elevação do nível do mar previstos para ocorrerem ao longo deste século, estas áreas encontram-se vulneráveis, sujeitas ao desaparecimento, trazendo maiores impactos e prejuízos ao meio urbano e natural.

A restauração e preservação dessas áreas serão fundamentais para lidar com a elevação do nível do mar. Para tanto, necessitam ser adequadamente geridas, principalmente para enfrentar os efeitos negativos sobre as populações mais vulneráveis, para que possam usufruir de maneira sustentável os recursos e serviços prestados pelos ecossistemas, dentro de sua capacidade de carga (FARACO, et al., 2016).

As estratégias, o planejamento e as ações adotadas no presente serão cruciais em longo prazo. A quantidade de pessoas e de infraestruturas atingidas dependerá dos padrões de desenvolvimento e crescimento das cidades. Assim, as medidas de adaptação serão relevantes para o futuro, mas já no presente exercerem influência sobre a qualidade de vida local e na diminuição da vulnerabilidade socioambiental.

Com a identificação e caracterização das áreas mais vulneráveis poderão se planejar medidas de adaptação às mudanças climáticas, associadas à manutenção dos serviços ambientais e à conservação da biodiversidade. Essas medidas poderão minimizar os impactos negativos da elevação do nível do oceano sobre os ambientes naturais e humanos. No caso dos mangues, e demais ecossistemas costeiros, a restauração e conservação dessas áreas contribuirão para atingir as metas de mitigação de emissão de gases de efeito estufa, firmados em acordos internacionais (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016).

Cabe destacar que parte relevante do processo de adaptação se dá pela aprendizagem, de conhecer o ambiente, para então propor respostas mais apropriadas. Nesse sentido, um dos primeiros passos para incorporar a AbE é a partir de ações educação ambiental e de conscientização da relevância dos manguezais nas escolas, comunidades e instituições, bem como, da vulnerabilidade socioambiental atual e dos possíveis cenários frente às mudanças climáticas.

A educação ambiental, no contexto de conscientização das mudanças climáticas e sua complexidade, será capaz de romper os atuais modelos praticados, libertando-nos do racionalismo que nos coloca como exógenos à natureza, compreendendo que pertencemos ao meio



ambiente e não mais temos a função de dominá-lo, mas de vivermos em simbiose. Para Capra (1996), aprender sobre a complexidade da natureza e sua sustentabilidade permitirá nos aproximarmos dela com respeito, cooperação e diálogo, nos reconectando com a *teia da vida*.

A partir desta conscientização é possível gerar o envolvimento social na gestão integrada. Nesse aspecto, a participação comunitária é também relevante devido ao conhecimento tradicional e percepção local, que precisam ser integrados às pesquisas e ao planejamento. Disso, cabe também reconhecer que a comunidade é um ator em potencial com capacidade de auto-organização, sendo a participação uma maneira de legitimar o plano e garantir a aceitação e implementação de ações locais.

Em paralelo, para que se possam iniciar as ações de conscientização e a formulação de planos e estratégias, é fundamental compreender as dinâmicas locais. Devido às dinâmicas constantes do meio antrópico e natural, o monitoramento desses ecossistemas (natural e urbano) é um indicador potencial para detectar as variações do nível do mar¹⁸ e traçar possibilidades de atuação e adaptação a esses novos tempos.

Assim, tanto o envolvimento e engajamento multisetorial (comunidade, pesquisadores e instituições) como o conhecimento científico e tradicional são bases para a formulação de um plano (não-rígido) de AbE. Lidar com as mudanças climáticas e adaptação é lidar com incertezas. Logo, a AbE permite a diversificação e conectividade de abordagens. Dessa forma, se possibilita a alternância, assegurando uma menor dependência de uma única estratégia (SCHMITT, et al., 2013).

Cidades e ecossistemas são dinâmicos, assim como os seres humanos que constantemente os criam e transformam. A cidade resiliente será, então, aquela que constantemente se recria, com criatividade e de forma colaborativa. Uma política bem-sucedida e sustentável será uma política que progride com cautela, deliberação, flexibilidade, justiça e paciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONGI, D. M. Carbon sequestration in mangrove forests. **Journal Carbon Management**. v. 3, n. 3, p. 313-322. Abr. 2012.

ALONGI, D. M. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. **Australian Institute of Marine Science**, Agosto 2007.

ALVES, M. V. B. **Terra Frágil: o que está acontecendo com o nosso planeta?** Tradução de Alyne Azuma. São Paulo: Editora Senac, 2009. prefácio Sir Ranulph Fiennes.

BAIL, G. C. et al.; Fauna acompanhante do camarão sete barbas, na Foz do Rio Itajaí-Açú e sua contribuição na diversidade de crustáceos e peixes do ecossistema Saco da Fazenda. In: BRANCO, J. O.; BRANCO, M. J. L.; BELLOTTO, V. R. [Org.]. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas**. Itajaí: Editora UNIVALI, 2009. p. 284-312.

BRASIL, Lei Federal nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm>. Acesso em: 10 de set de 2016.

BRASIL, Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 10 de setembro de 2016.

¹⁸ Como por exemplo, através do acompanhamento da migração de mangues, da expansão ou retração urbana, movimentação de fauna local e sondagem do domínio de estabilidade, bem como a correspondência entre os indicadores e influências externas exercidas (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2016)



BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima:** estratégias setoriais e temáticas. Brasília: MMA, v. 2, 2016.

CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida:** Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CAVION, R. **Cidade Sob(re) as Águas:** Estratégias de Ação e de Políticas Urbanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física.

FALKENBERG, D. B. Aspecto da flora e da vegetação secundária da Restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, n. 28, p. 1-30. Florianópolis, 1999.

FARACO, L. F. D. et al. **Vulnerability Among Fishers in Southern Brazil and its Relation to Marine Protected Areas in a Scenario of Declining Fisheries.** [S.l.]: [s.n.], v. 38, 2016. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/45850/29114>>. Acesso em: 01 Out. 2016.

GELBSPAN, R. **O calor vem aí:** a batalha contra a ameaça do clima. Tradução de Maria Alice Costa. Lisboa: Editorial Bizâncio, 1999.

GESCH, D. B. Analysis of Lidar elevation data for improved identification and delineation of lands vulnerable to sea-level rise. **Journal of Coastal Research**, . 53, p. 49-58, 2009. Special Issue.

GILMAN, E. L. et al. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. **Aquatic Botany**, n. 89, p. 237-250, 2008.

HODSON, M.; MARVIN, S. Ecocidades transcendentais ou segurança ecológica urbana? In: MOSTAFAVI, M.; DOHERTY, G. **Urbanismo Ecológico.** São Paulo: Gustavo Gili, 2014. p. 208-217.

ICLEI, Governos Locais pela Sustentabilidade; Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. **Adaptação Baseada em Ecossistemas:** Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. 2ª. ed. Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015.

IPCC. **Climate Change 2014, Synthesis Report:** Summary for Policymakers. [S.l.]: [s.n.], 2014.

ITAJAÍ, Decreto Municipal nº 8.513 de 04 de março de 2008. **Dispõe sobre a criação da unidade de conservação do saco da fazenda.** Prefeitura Municipal de Itajaí. Disponível em: <<https://cm-itajai.jusbrasil.com.br/legislacao/796168/decreto-8513-08>> Acesso em: 12 de set de 2016.

ITAJAÍ, Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012. **Institui normas para o código de zoneamento, parcelamento e uso do solo no município de Itajaí.** Prefeitura Municipal de Itajaí. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-i-tajai-sc>>. Acesso em: 20 de ago de 2016.

IZA, O. B.; MARENZI, R. C. Caracterização florística- paisagística do Saco da Fazenda, Itajaí, SC. In: BRANCO, J. O.; LUNARDONBRANCO, M. J.; BELLOTTO, V. R. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina:** caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: UNIVALI, 2009. p. 141-152.

KLEIN, R.M. **Contribuição ao conhecimento da flora e da vegetação do Vale do Itajaí Santa Catarina.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978. Tese de Doutorado.

KIRWAN, M. L. et al. Limits on the adaptability of coastal marshes to rising sea-level. **Geophysical Research Letters**, v. 37, Dez. 2010.

KOPP, R. E. et al. Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. **Earth's Future**, v. 2, p. 383-406, 2014.

KORTE, A.; et al. L. Composição florística e estrutura das restingas em Santa Catarina. In: VIBRANS,



A. C., SEVEGNANI, L., GASPER, A. L. de, LINGNER, D. V. (Org.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. Blumenau: Edifurb, 2013, p. 285-309.

LABOURIAU, M. L. S. **História Ecológica da Terra**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.

MOSS, R. H. et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, p. 747-756, Fev. 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988.

OLIVIER, J. et al. Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE): Uma nova abordagem para antecipar soluções naturais conducentes a uma nova adaptação às mudanças climáticas nos diferentes setores. **Ambiente e alterações climáticas**, Agosto 2012. Disponível em: <<https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2013-pt-adaptacao-baseada-nos-ecossistemas.pdf>>. Acesso em: 15 Out. 2016.

PETERSON, Garry D.; CUMMING, Graeme S.; CARPENTER, Stephen R. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. **Conservation Biology**, v. 17, n.2, p. 358-366, abr. 2003.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara et al. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**. São Paulo, v. 64, n. spe 2, p. 37-52, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592016000600037&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 11 jan. 2017.

SCHETTINI, C. A. F. Hidrologia do Saco da Fazenda. In: BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; BELLOTTO, V. R. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina**: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: UNIVALI, 2009. p. 27-42.

SCHMITT, K. et al. Site-specific and integrated adaptation to climate change in the coastal mangrove zone of Soc Trang Province, Viet Nam. **Journal of Coastal Conservation**. v. 17, n. 3, p. 545–558, Set. 2013.

SEIXAS, C. S. Abordagens e Técnicas de pesquisa participativa em gestão e recursos naturais. In: VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. **Gestão Integrada e Participativa de Recursos Naturais**: conceitos, métodos e experiências. Florianópolis: Secco/ APED, 2005. p. 73-105.

SIERRA-CORREA, P. C.; KINTZ, J. R. C. Ecosystem-based adaptation for improving coastal planning for sea-level rise: A systematic review for mangrove coasts. **Marine Policy**. v. 51, p. 385 – 393. Jan. 2015.

SOARES M. L. G.; et al B. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas (Bahia-Brasil). **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré (PE). v. 16, n. 5, p. 23-41, 2008.

SOUZA, L. A. **O processo de ocupação das áreas de mangues em Joinville**: agentes, estratégias e conflitos. Florianópolis: UFSC, 1991. Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia do Centro de Ciências Humanas da UFSC.

TAVARES, A. C. Mudanças Climáticas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 49-88.

TOGNELLA DE ROSA, M. M. P. et al. Caracterização da vegetação halófito do Saco da Fazenda. In: BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; BELLOTTO, V. R. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina**: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: UNIVALI, 2009. p. 153-170.



VAGGIONE, P. **Planeamiento Urbano para Autoridades Locales**. Bogotá: ONU Habitat, Ediciones Screen, 2014.

ZIMMERMANN, C. E.; BRANCO, J. O. Avifauna associada aos fragmentos florestais do Saco da Fazenda. In: BRANCO, J. O.; BRANCO, M. J. L.; BELLOTTO, V. R. [Org.]. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas**. Itajaí: Editora UNIVALI, 2009. P. 263-272.